

EPODOC / EPO

PN - JP5251494 A 19930928
PD - 1993-09-28
PR - JP19920050492 19920309
OPD - 1992-03-09
IN - TSUMURA KIYOAKI
PA - MITSUBISHI ELECTRIC CORP
IC - H01L21/60

© WPI / DERWENT

TI - Wire bonding structure for semiconductor device - has bonding portion with enough bonding strength on inner lead having flat portion with specified size and concave portion with specified curvature NoAbstract
PR - JP19920050492 19920309
PN - JP2980447B2 B2 19991122 DW200001 H01L21/60 007pp
- JP5251494 A 19930928 DW199343 H01L21/60 007pp
PA - (MITQ) MITSUBISHI ELECTRIC CORP
IC - H01L21/60
AB - J05251494
- (Dwg.1/8)
OPD - 1992-03-09
AN - 1993-341386 [43]

© PAJ / JPO

PN - JP5251494 A 19930928
PD - 1993-09-28
AP - JP19920050492 19920309
IN - TSUMURA KIYOAKI
PA - MITSUBISHI ELECTRIC CORP
TI - SEMICONDUCTOR DEVICE AND CAPILLARY FOR MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE
AB - PURPOSE:To stitch-bond a metallic wire to an inner lead, which has a surface material easy to oxidize, at fine pitches and stably with enough junction strength.
- CONSTITUTION:An inner lead², where an Ag layer is applied, and an Au metallic wire¹ are stitch-bonded by applying vibration energy and load through a capillary. For the junction part of the metallic wire¹, a plastic deformation part¹¹ consisting of the flat part and the concave on a intermetallic compound⁴ of Au-Ag is made. The

width F1 of this flat part is half or less than the diameter of the metallic wire 1 and not less than 5µm, and the radius OR1 of curvature of the concave is twice or more than the metallic wire 1.

I - H01L21/60

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-251494

(43) 公開日 平成5年(1993)9月28日

(51) Int.Cl.⁵

H 0 1 L 21/60

識別記号

3 0 1 G

庁内整理番号

6918-4M

B 6918-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全7頁)

(21) 出願番号 特願平4-50492

(22) 出願日 平成4年(1992)3月9日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 津村 清昭

熊本県菊池郡西合志町御代志997 三菱電

機株式会社熊本製作所内

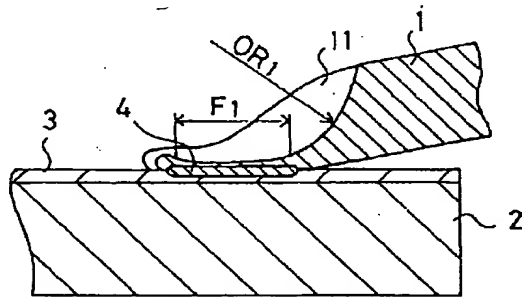
(74) 代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54) 【発明の名称】 半導体装置および半導体装置製造用キャピラリー

(57) 【要約】

【目的】 この発明は、ファインピッチおよび酸化しやすい表面材料を有するインナーリードに十分な接合強度で安定して金属ワイヤをステッチボンドできる半導体装置および半導体装置製造用キャピラリーを得ることを目的とする。

【構成】 キャピラリーを通じて振動エネルギーおよび荷重を印加して、Agメッキ層3が施されたインナーリード2とAuの金属ワイヤ1とがステッチボンドされている。金属ワイヤ1の接合部は、Au-Agの金属間化合物4上の平坦部と凹曲面とからなる塑性変形部11が形成されている。この平坦部の幅F₁は金属ワイヤ1のワイヤ径の1/2以下、5μm以上で形成され、凹曲面の曲率半径OR₁は金属ワイヤ1の2倍以下で形成されている。



1 : 金属ワイヤ
2 : インナーリード
11 : 塑性変形部

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体素子基板と、リードフレームと、一端が前記半導体素子基板の電極に接合され、他端が前記リードフレームのインナーリードに接合された金属ワイヤとを備えた半導体装置において、前記インナーリードとの接合部における前記金属ワイヤの塑性変形部が凹曲面と平坦面とを有し、前記凹曲面の曲率半径を前記金属ワイヤの直径の2倍以下とし、前記平坦面の幅を前記金属ワイヤの直径の1/2以下、5μm以上としたことを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 軸心に形成された金属ワイヤの挿通穴と、先端端面に前記軸心と直交するように形成された荷重面と、先端内周端面に形成されたインナー曲面と、先端外周端面に形成されたアウター凸曲面とを備えた半導体装置製造用キャピラリーにおいて、前記荷重面の幅は、前記金属ワイヤの直径の1/2以下、5μm以上に形成されるとともに、前記アウター凸曲面は、前記金属ワイヤの直径の2倍以下の曲率半径で形成されていることを特徴とする半導体装置製造用キャピラリー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、ファインピッチのインナーリードあるいは酸化しやすい表面材料を有するインナーリードに金属ワイヤを接合してなる半導体装置およびこの半導体装置の接合を実現するキャピラリーに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図3および図4はそれぞれ従来の半導体装置におけるインナーリードと金属ワイヤとの接合状態を示す断面図および平面図である。図において、1はAuもしくはAu合金からなる金属ワイヤ、2はCu合金もしくはFe-Ni合金からなるインナーリード、3は*

$$(T-CD)/2 = F + OR / \tan \{ (90^\circ + \alpha/2) / 2 \}$$

従来、キャピラリー5のアウター凸曲面54の曲率半径ORは金属ワイヤ1のワイヤ径の2倍以上で、かつ荷重面53の幅Fが金属ワイヤ1のワイヤ径の1/2以上で構成されている。

【0006】 つぎに、従来の半導体装置の製造方法について説明する。まず、金属ワイヤ1をキャピラリー5の挿通穴51に通し、金属ワイヤ1の先端を溶融して金属ボールを形成する。その後、金属ボールを半導体素子基板の所望の電極(A1)上に位置させ、キャピラリー5に所定の荷重および振動(例えば、60kHz)を加えると同時に、半導体素子基板に熱を加える。金属ワイヤ1の先端の金属ボールは、キャピラリー5のインサイドチャンファ52と荷重面53とで加圧されて塑性変形する。また、金属ボールと電極との境界面には、半導体素子基板に加えられている熱エネルギーとキャピラリー5を介して印加されている振動エネルギーとにより、Au-A1の金属間化合物が生成され、金属ワイヤ1と電極と

2

*このインナーリード2上に形成されたAgメッキ層、4は金属ワイヤ1がインナーリード2上で塑性変形され、Agメッキ層3と接合された際に形成されるAu-Agの金属間化合物である。11はインナーリード2との接合により形成される金属ワイヤ1の塑性変形部であり、この塑性変形部11は、曲率半径OR₁の凹曲面11aと幅F₁の平坦面11bとからなる。

【0003】 図5および図6は従来の半導体装置製造用のキャピラリーの一例を示す側面図および要部拡大断面図である。図において5はキャピラリーであり、このキャピラリー5は例えば直径Dが1.585mm、長さLが11.1mmで、その先端部が円錐角30°の円錐形状に構成されている。51はキャピラリー5の軸心に金属ワイヤ1を通すために設けられた穴径Hの挿通穴、52は金属ボールを塑性変形させるためにキャピラリー5の先端内周端面に形成されたインナー曲面である円錐台のインサイドチャンファ、53は金属ボールまたは金属ワイヤ1に荷重を印加するためにキャピラリー5の先端端面に軸に直交して形成された幅Fを有する平坦な荷重面、54は金属ワイヤ1を塑性変形させるためにキャピラリー5の先端外周端面に形成された曲率半径ORのアウター凸曲面である。

【0004】 αはキャピラリー5の先端の円錐角、Tは荷重面53とキャピラリー5の先端側面との交点間の距離、ICはインサイドチャンファ52の円錐底面の半径、CD=H+2ICである。

【0005】 ここで、荷重面53の幅F、アウター凸曲面54の曲率半径ORが決定すれば、半導体素子のパッド間距離やインナーリード2の平坦面11bの設計寸法、金属ワイヤ1の直径に対応して、次式からT、CDを決定している。

が接合される。

【0007】 ついで、キャピラリー5をその先端から金属ワイヤ1を繰り出しながら、リードフレーム上の所望のインナーリード2まで移動させ、再度キャピラリー5に所定の荷重および振動(例えば、60kHz)を加えると同時に、インナーリード2に熱を加える。インナーリード2上の金属ワイヤ1は、アウター凸曲面54と荷重面53とで加圧されて塑性変形され、金属ワイヤ1とAgメッキ層3との境界面には、インナーリード2に加えられている熱エネルギーとキャピラリー5を介して印加されている振動エネルギーとにより、図3に示すように、Au-Agの金属間化合物4が生成され、金属ワイヤ1とAgメッキ層3とが接合される。

【0008】 このようにして、半導体素子基板上の電極に金属ワイヤ1の一端がボールボンドされ、リードフレーム上のインナーリード2に金属ワイヤ1の他端がステッチボンドされ、半導体装置が製造される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来の半導体装置は以上のように、アウター凸曲面54の曲率半径ORが金属ワイヤ1のワイヤ径の2倍以上、かつ、荷重面53の幅Fが金属ワイヤ1のワイヤ径の1/2以上のキャピラリー5を用いてボンディングしているため、インナーリード2上で金属ワイヤ1を多量に塑性変形させることが必要となり、インナーリード2の幅や表面材料に応じて、金属ワイヤ1とインナーリード2との接合性が大きく変化してしまうという課題があった。

【0010】この発明の第1の発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、ファインピッチのインナーリード、あるいはCuメッキ等が施され酸化しやすい表面となっている通常ピッチのインナーリードと金属ワイヤとがインナーリードからはみ出すことなく、十分強固な接合強度でステッチボンドされた半導体装置を得ることを目的とする。

【0011】また、この発明の第2の発明は、ファインピッチのインナーリード、あるいはCuメッキ等が施され酸化しやすい表面の通常ピッチのインナーリードと金属ワイヤとがインナーリードからはみ出すことなく、十分強固な接合強度でステッチボンドされた半導体装置を安定して製造できるキャピラリーを得ることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明の第1の発明に係る半導体装置は、半導体素子基板と、リードフレームと、一端が半導体素子基板の電極に接合され、他端がリードフレームのインナーリードに接合された金属ワイヤとを備えた半導体装置において、インナーリードとの接合部における金属ワイヤの塑性変形部が凹曲面と平坦面とを有し、凹曲面の曲率半径を金属ワイヤの直径の2倍以下とし、平坦面の幅を金属ワイヤの直径の1/2以下、5μm以上とするものである。

【0013】また、この発明の第2の発明に係る半導体装置製造用キャピラリーは、軸心に形成された金属ワイヤの挿通穴と、先端端面に軸心と直交するように形成された荷重面と、先端内周端面に形成されたインナー曲面と、先端外周端面に形成されたアウター凸曲面とを備えた半導体装置製造用キャピラリーにおいて、荷重面の幅は、金属ワイヤの直径の1/2以下、5μm以上に形成されるとともに、アウター凸曲面は、金属ワイヤの直径の2倍以下の曲率半径で形成されているものである。

【0014】

【作用】この発明においては、キャピラリーのアウター凸曲面の曲率半径が金属ワイヤの直径の2倍以下に形成され、荷重面の幅が金属ワイヤの直径の1/2以下、5μm以上に形成されているため、金属ワイヤの塑性変形量が少量となり、キャピラリー下の金属ワイヤのつぶれ厚を容易に薄くでき、キャピラリーを通じてインナー

ードと金属ワイヤとの接合面に印加される振動エネルギーの伝達効率を高めるように作用し、インナーリードと金属ワイヤとの接合を強固にする。

【0015】

【実施例】以下、この発明の実施例を図について説明する。

実施例1. OR: 38μm、F: 8μmのキャピラリー5を作製し、ファインピッチ（リードピッチ: 200μm、リード幅: 100μm、Agメッキ）および通常ピッチ（リードピッチ: 400μm、リード幅: 200μm、Cuメッキ）の2種類のインナーリード2に対して直径30μmの金属ワイヤ1をステッチボンディングし、金属ワイヤ1とインナーリード2とのステッチボンドのボンディング特性を評価し、その結果を表1に示す。

【0016】実施例2. OR: 30μm、F: 6μmのキャピラリー5を作製し、ファインピッチ（リードピッチ: 200μm、リード幅: 100μm、Agメッキ）および通常ピッチ（リードピッチ: 400μm、リード幅: 200μm、Cuメッキ）の2種類のインナーリード2に対して直径30μmの金属ワイヤ1をステッチボンディングし、金属ワイヤ1とインナーリード2とのステッチボンドのボンディング特性を評価し、その結果を表1に示す。

【0017】実施例3. OR: 58μm、F: 10μmのキャピラリー5を作製し、ファインピッチ（リードピッチ: 200μm、リード幅: 100μm、Agメッキ）および通常ピッチ（リードピッチ: 400μm、リード幅: 200μm、Cuメッキ）の2種類のインナーリード2に対して直径30μmの金属ワイヤ1をステッチボンディングし、金属ワイヤ1とインナーリード2とのステッチボンドのボンディング特性を評価し、その結果を表1に示す。

【0018】比較例1. OR: 61μm、F: 18μmのキャピラリー5を作製し、ファインピッチ（リードピッチ: 200μm、リード幅: 100μm、Agメッキ）および通常ピッチ（リードピッチ: 400μm、リード幅: 200μm、Cuメッキ）の2種類のインナーリード2に対して直径30μmの金属ワイヤ1をステッチボンディングし、金属ワイヤ1とインナーリード2とのステッチボンドのボンディング特性を評価し、その結果を表1に示す。

【0019】比較例2. OR: 61μm、F: 15μmのキャピラリー5を作製し、ファインピッチ（リードピッチ: 200μm、リード幅: 100μm、Agメッキ）および通常ピッチ（リードピッチ: 400μm、リード幅: 200μm、Cuメッキ）の2種類のインナーリード2に対して直径30μmの金属ワイヤ1をステッチボンディングし、金属ワイヤ1とインナーリード2とのステッチボンドのボンディング特性を評価し、その結

果を表1に示す。

【0020】比較例3. OR: 90 μ m, F: 20 μ mのキャピラリー5を作製し、ファインピッチ（リードピッチ: 200 μ m, リード幅: 100 μ m Agメッキ）および通常ピッチ（リードピッチ: 400 μ m, リード幅: 200 μ m, Cuメッキ）の2種類のインナーリード2に対して直径30 μ mの金属ワイヤ1をステッチボンディングし、金属ワイヤ1とインナーリード2とのステッチボンドのボンディング特性を評価し、その結果を表1に示す。

【0021】比較例4. OR: 200 μ m, F: 15 μ m*

10 表1

| | キャピラリー | | ステッチボンド性 | |
|------|------------------|-----------------|--------------------|------------------|
| | OR (μ m) | F (μ m) | ファインピッチ (Agメッキ) | 通常ピッチ (Cuメッキ) |
| 実施例1 | 38 | 8 | ○ | ○ |
| 実施例2 | 30 | 6 | ○ | ○ |
| 実施例3 | 58 | 10 | ○ | ○ |
| 比較例1 | 61 | 18 | X | ○ |
| 比較例2 | 61 | 15 | X | ○ |
| 比較例3 | 90 | 20 | X | X |
| 比較例4 | 200 | 15 | X | X |

(注) ファインピッチおよび通常ピッチにおける加熱温度はそれぞれ 280°C, 200°C とする。

【0023】表1の結果から、金属ワイヤ1とインナーリード2とのステッチボンドのボンディング特性について説明する。

【0024】上記実施例1では、金属ワイヤ1とインナーリード2との接合部は、図1および図2に示すように、曲率半径OR₁がほぼ38 μ mの凹曲面11a、幅F₁がほぼ8 μ mの平坦面11bを有する塑性変形部11を形成しており、ファインピッチのインナーリード2における金属ワイヤ1のはみ出しもなく、ステッチボンドの初期ハガレの発生もなく、良好なボンディング特性が得られた。このことは、金属ワイヤ1の塑性変形量が少なく、つぶれ幅が小さく、かつ、キャピラリー5の下

の金属ワイヤ1のつぶれ厚さが薄くなり、金属ワイヤ1とインナーリード2との間への振動エネルギーの伝達効率が向上し、Au-Agの金属間化合物4の厚みが厚く形成されることに起因すると考えられる。

【0025】上記実施例2では、金属ワイヤ1とインナーリード2との接合部は、曲率半径OR₁がほぼ30 μ mの凹曲面11a、幅F₁がほぼ6 μ mの平坦面11bを有する塑性変形部11を形成しており、上記実施例1と同様に、ファインピッチのインナーリード2における

30 金属ワイヤ1のはみ出しもなく、ステッチボンドの初期ハガレの発生もなく、良好なボンディング特性が得られた。

【0026】上記実施例3では、金属ワイヤ1とインナーリード2との接合部は、曲率半径OR₁がほぼ58 μ mの凹曲面11a、幅F₁がほぼ10 μ mの平坦面11bを有する塑性変形部11を形成しており、ファインピッチのインナーリード2における金属ワイヤ1のはみ出しもなく、ステッチボンドの初期ハガレの発生もなく、良好なボンディング特性が得られた。

40 【0027】一方比較例1では、金属ワイヤ1とインナーリード2との接合部は、曲率半径OR₂がほぼ61 μ mの凹曲面11a、幅F₂がほぼ18 μ mの平坦面11bを有する塑性変形部11を形成しており、通常ピッチのインナーリード2に対しては、良好なボンディング特性が得られた。しかし、ファインピッチのインナーリード2に対しては、キャピラリー5を通じて印加する振動エネルギーを強くするとインナーリード2の共振が起こり、振動エネルギーを低くするとAu-Agの金属間化合物4の十分な厚みが得られず、ステッチボンドの初期ハガレが発生し、良好なボンディング特性が得られなかつ

た。

【0028】比較例2では、金属ワイヤ1とインナーリード2との接合部は、曲率半径 OR_2 がほぼ $61\mu m$ の凹曲面11a、幅 F_2 がほぼ $15\mu m$ の平坦面11bを有する塑性変形部11を形成しており、通常ピッチのインナーリード2に対しては、良好なボンディング特性が得られた。しかし、比較例1と同様に、ファインピッチのインナーリード2に対しては、ステッチボンドの初期ハガレが発生し、良好なボンディング特性が得られなかった。

【0029】比較例3、4については、特にキャピラリー5のアウトター凸曲面54の曲率半径 OR が大きく形成されているので、金属ワイヤ1の塑性変形量が層多く、荷重を重くしてもキャピラリー5の下金属ワイヤ1のつぶれ厚さが容易に薄くならず、振動エネルギーの伝達効率が低下してしまい、また、ファインピッチのインナーリード2では、振動エネルギーを強くすると共振が起こり、一方、通常ピッチのインナーリード2では、Cuメッキ層の酸化膜が厚く形成され、Au-Ag(Cu)の金属間化合物が薄く形成されてしまい、ステッチボンドの初期ハガレが発生し、良好なボンディング特性が得られなかった。

【0030】このように、実施例1乃至3および比較例1乃至4の結果から、アウトター凸曲面54の曲率半径 OR が金属ワイヤ1のワイヤ径の2倍以下で、荷重面53の幅 F が金属ワイヤ1のワイヤ径の $1/2$ 以下のキャピラリー5を用いて、インナーリード2に金属ワイヤ1をステッチボンドすることにより、良好なボンディング特性の半導体装置を製造することができる。ここで、荷重面53の幅 F を $5\mu m$ 未満とすると、接合する際に、金属ワイヤ1のつぶし厚が薄くなりすぎて、ワイヤの切断等の問題が発生してしまい、荷重面53の幅 F は $5\mu m$ 以上あることが望ましい。

【0031】また、金属ワイヤ1の接合部における塑性変形部11の形状は、キャピラリー5の形状に依存することから、塑性変形部11が、ワイヤ径の2倍以下の曲率半径 OR_1 とする凹曲面11a、ワイヤ径の $1/2$ 以下、 $5\mu m$ 以上の幅 F_1 とする平坦面11bを有するように、金属ワイヤ1とインナーリード2とを接合することにより、良好なボンディング特性の半導体装置が得られる。

【0032】ついで、上記実施例1、2において、初期接合不良がなく、十分な接合強度を持ち、安定接合できるボンディング条件をファインピッチおよび通常ピッチについて測定し、その結果をそれぞれ図7および図8に示す。ここで、加熱温度は、ファインピッチの場合 $280^\circ C$ 、通常ピッチの場合 $200^\circ C$ としている。

【0033】図7および図8から、キャピラリー5のアウトター凸曲面54の曲率半径 OR 、荷重面53の幅 F が小さい程(図中、実施例1のキャピラリー5の場合を

A、実施例2のキャピラリーの場合をBで示す)、安定接合できるボンディング条件の安定域が広がることがわかる。

【0034】これは、アウトター凸曲面54の曲率半径 OR 、荷重面53の幅 F が小さい程、初期に塑性変形させるワイヤ量が少なくなるので、荷重を小さくしても、キャピラリー5の下つぶれ厚を容易に薄くでき、金属ワイヤ1とインナーリード2との接合面への振動エネルギーの伝達効率が向上し、印加する振動エネルギーを小さくしても、Au-Ag(Cu)の金属間化合物が厚く形成されて接合強度が確保できることに起因する。しかも、金属ワイヤ1のつぶれ幅も小さくなり、金属ワイヤ1のみ出しもなくなる。

【0035】ここで、キャピラリー5を通じて印加される振動エネルギーにより共振するファインピッチのインナーリード2に対しては、印加する振動エネルギーを低くし、インナーリード2の共振を抑えて接合でき、十分な接合強度で安定してボンディングすることができる。

【0036】また、通常ピッチのインナーリード2では、キャピラリー5を通じて印加される振動エネルギーにより共振することはないが、加熱によりCuメッキ層の酸化膜はAgメッキ層に比べて厚く形成されてしまい、そこでCuの新生面を出現させて、Au-Cuの金属間化合物を生成させる必要があり、また半導体素子とリードフレームとをエポキシ樹脂で接着しているため、加熱によるエポキシ樹脂の劣化を抑制する必要がある。しかし、塑性変形させるワイヤ量が少なく、キャピラリー5の下つぶれ厚を容易に薄くでき、金属ワイヤ1とインナーリード2との接合面への振動エネルギーの伝達効率が向上しているため、Cuメッキ層の酸化膜厚を薄くするように加熱温度を低くしても、十分な接合強度で安定してボンディングすることができ、さらにエポキシ樹脂の劣化を抑えることができる。

【0037】このように、ボンディング条件の安定域を広範囲とすることができるので、金属ワイヤ1とインナーリード2との接合作業性が向上するとともに、十分な接合強度で安定して半導体装置を製造することができる。

【0038】ここで、キャピラリー5のアウトター凸曲面54の曲率半径 OR と荷重面53の幅 F から、 $(T-CD)/2 = F + OR / \tan \{ (90^\circ + \alpha/2) / 2 \}$ の関係式の基づいて T 、 CD を決定し、インサイドチャンファ52を形成してキャピラリー5を作製することができる。

【0039】なお、上記各実施例では、金属ワイヤ1としてAuを主成分としたワイヤを用いて説明しているが、この発明はこれに限定されるものではなく、例えばCuを主成分としたワイヤを用いてもよい。

【0040】

【発明の効果】この発明は、以上説明したように構成さ

れているので、以下に記載されるような効果を奏する。

【0041】この発明の第1の発明によれば、インナーリードとの接合部における金属ワイヤの塑性変形部が凹曲面と平坦面とを有し、凹曲面の曲率半径を金属ワイヤの直径の2倍以下とし、平坦面の幅を金属ワイヤの直径の $1/2$ 以下、 $5\mu\text{m}$ 以上としているので、十分強固な接合強度でステッチボンドされた半導体装置が得られる。

【0042】また、この発明の第2の発明によれば、荷重面の幅を、金属ワイヤの直径の $1/2$ 以下、 $5\mu\text{m}$ 以上に形成し、アウター凸曲面を、金属ワイヤの直径の2倍以下の曲率半径で形成してキャピラリーを作製しているの、十分強固な接合強度でステッチボンドされた半導体装置を安定して製造することができる。

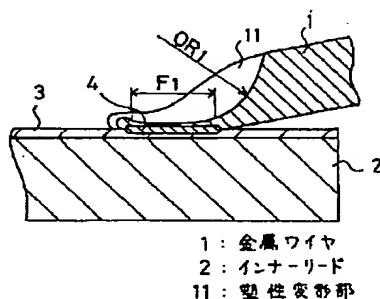
【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例を示す半導体装置におけるインナーリードと金属ワイヤとの接合状態の断面図である。

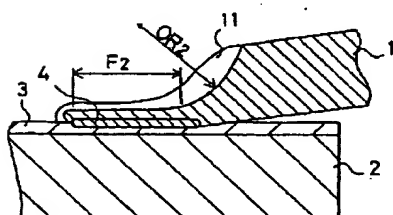
【図2】この発明の一実施例を示す半導体装置におけるインナーリードと金属ワイヤとの接合状態の平面図である。

【図3】従来の半導体装置におけるインナーリードと金属ワイヤとの接合状態を示す断面図である。

【図1】



【図3】



【図4】従来の半導体装置におけるインナーリードと金属ワイヤとの接合状態を示す平面図である。

【図5】従来の半導体装置製造用キャピラリーの一例を示す側面図である。

【図6】従来の半導体装置製造用キャピラリーの要部拡大断面図である。

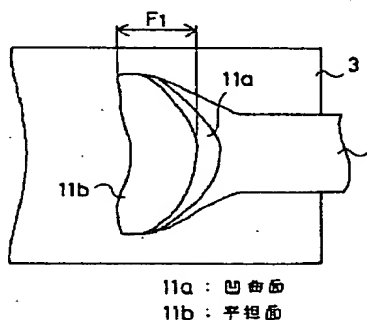
【図7】ファインピッチのインナーリードと金属ワイヤとの接合部のボンディング特性における荷重と振動エネルギーとの関係を表すグラフである。

【図8】通常ピッチのインナーリードと金属ワイヤとの接合部のボンディング特性における荷重と振動エネルギーとの関係を表すグラフである。

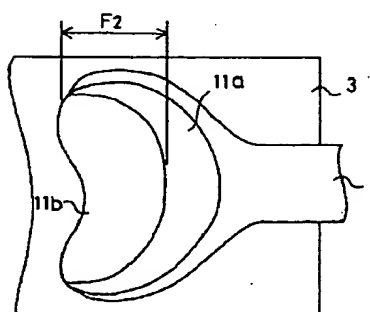
【符号の説明】

- 1 金属ワイヤ
- 2 インナーリード
- 5 キャピラリー
- 11 塑性変形部
- 11a 凹曲面
- 11b 平坦面
- 51 挿通穴
- 52 インサイドチャンファー（インナー曲面）
- 53 荷重面
- 54 アウター凸曲面

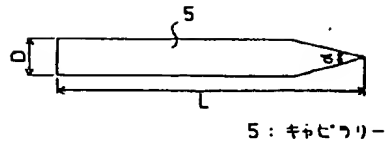
【図2】



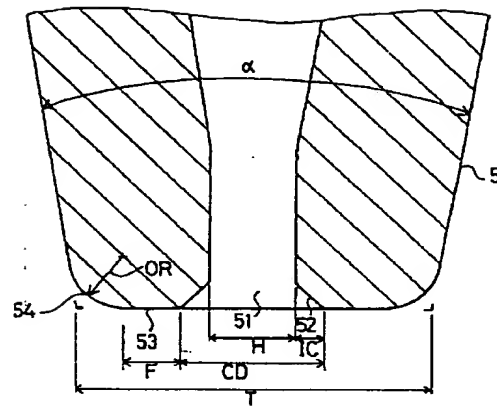
【図4】



【図5】

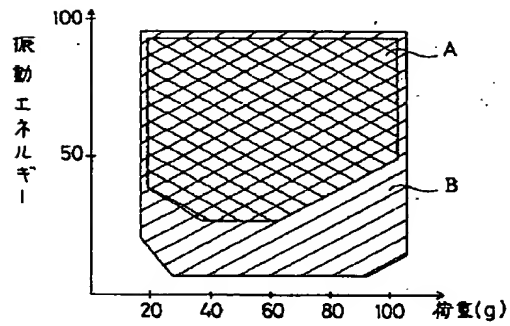


【図6】



- 51 : 挿通穴
 52 : インサイドチャンファー (インナー曲面)
 53 : 荷重面
 54 : 回転凸曲面

【図7】



【図8】

